

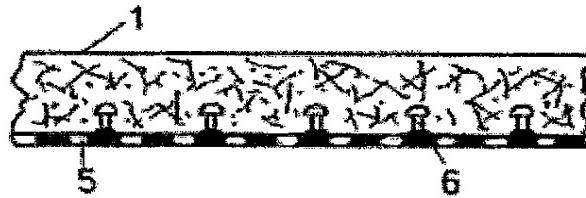
## Multi-phase material with a concrete phase

**Patent number:** CH646930  
**Publication date:** 1984-12-28  
**Inventor:** MATTHEY-DE-L ETANG WILLIAM-HEN (CH); MUEHE LUDWIG DR PHIL ING (DE)  
**Applicant:** HISTEEL AG (CH)  
**Classification:**  
- **international:** C04B20/00; E04C2/06; E04C2/28; E04C3/293;  
E04C5/01; E04C5/07; C04B20/00; E04C2/06;  
E04C2/26; E04C3/29; E04C5/01; E04C5/07; (IPC1-7);  
C04B29/04; C04B25/00  
- **european:** C04B20/00F2; E04C2/06; E04C2/28; E04C3/293;  
E04C5/01A; E04C5/07A  
**Application number:** CH19790011486 19791228  
**Priority number(s):** CH19790011486 19791228

[Report a data error here](#)

### Abstract of CH646930

A multi-phase material consists of concrete (1) as one phase and fibres (2) of differing length as a further phase. In addition, strands, ropes or rods, which in turn can be prestressed, can be incorporated as additional internals. Furthermore, at least one membrane (4), strong in tension in at least one direction, can be provided as internal. The membrane, preferably of sheet steel, can have attachments or bolts as bonding promoters.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: C 04 B  
C 04 B 29/04  
25/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

646 930

21 Gesuchsnummer: 11486/79

73 Inhaber:  
Histeel AG, Lausanne

22 Anmeldungsdatum: 28.12.1979

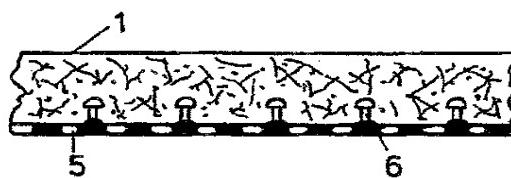
24 Patent erteilt: 28.12.1984

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 28.12.1984

72 Erfinder:  
Matthey-de-l'Etang, William-Henry, Lausanne  
Mühe, Ludwig, Dr. phil. Ing., Oberursel 1 (DE)

54 Multiphasen-Material mit einer Phase aus Beton.

57 Ein Mehrphasen-Material besteht aus Beton (1) als einer Phase sowie Fasern (2) unterschiedlicher Länge als weiterer Phase. Darüberhinaus können Stränge, Seile oder Stangen, die ihrerseits vorgespannt sein können, als zusätzliche Einlagen eingebaut werden. Darüberhinaus kann als Einlage mindestens eine in einer Richtung zufeste Membrane (4) angeordnet werden. Die Membrane, vorzugsweise aus Stahlblech, kann Ansätze oder Bolzen als Verbundvermittler aufweisen.



**PATENTANSPRÜCHE**

1. Multiphasen-Material mit geringer Stossempfindlichkeit, das in einer Phase aus Beton mit oder ohne zugfeste Einlagen und einer weiteren Phase aus Fasern besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern unterschiedliche Längen und Querschnitte aufweisen.
2. Material nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern aus unterschiedlichen Materialien, wie Stahlfasern, Glasfasern, Mineralfasern und/oder Chemiefasern, bestehen.
3. Multiphasen-Material nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mindestens teilweise beschichtet sind.
4. Multiphasen-Material nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit Metall oder Kunststoff beschichtet sind.
5. Multiphasen-Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlagen aus Stahlstäben, Spannstählen, Seilen oder Glasfadensträngen bestehen.
6. Multiphasen-Material nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlagen vorgespannt sind.
7. Multiphasen-Material nach Ansprüchen 1 und 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Einlagen aus mindestens einer in mindestens einer Richtung zugfesten Membrane bestehen.
8. Multiphasen-Material nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Membrane aus Stahlblech besteht.
9. Multiphasen-Material nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass an der Membrane angeordnete Bolzen als Verbundvermittler vorgesehen sind.
10. Multiphasen-Material nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Beton kunstharzgebunden ist.

Multiphasen-Material mit geringer Stossempfindlichkeit, das in einer Phase aus Beton mit oder ohne zugfeste Einlagen und einer weiteren Phase aus Fasern besteht.

Es ist bekannt, die Eigenschaften der verschiedensten Betonsorten durch Beimischung je einer bestimmten Faserart zu verbessern. Zu nennen sind besonders Stahlfaserbeton, Stahlstiftbeton, Glasfaserbeton, Asbestzementwaren, Textilfaserbeton.

Obwohl Laboruntersuchungen und Felderprobungen ergeben, dass ein Faserzusatz punktuelle Verbesserungen bestimmter Betoneigenschaften bewirken kann, die für eine Anwendung durchaus nützlich sein können, haben sich Faserbetone als neuer Werkstoff in der Baupraxis bisher nicht in nennenswertem Umfang durchgesetzt — abgesehen von Asbestzementwaren.

Diese Situation ist aus wirtschaftlichen Gründen verständlich. Ein Faserzusatz zu dem an sich sehr preiswerten Beton stattet diesen nur dann mit den Eigenschaften eines neuen Werkstoffes aus, wenn der Faseranteil mehr als einige Gewichtsprozente beträgt und der mittlere Faserabstand geringer als etwa der Durchmesser des Größtkorns ist. Die Kosten für geeignetes Fasermaterial sind jedoch im Vergleich zu den Kosten für Betonbewehrungsstahl mit fast gleicher Wirkung ungewöhnlich hoch. Deshalb haben Faserbetone bisher bei allen Anwendungsgebieten keine wirtschaftliche Chance, die mit bewehrtem Beton technisch lösbar sind.

Eine Faserbeimischung zu den Betonzuschlagstoffen kann nur mit den sonst nicht immer erforderlichen Zwangsmischern erfolgen und benötigt im allgemeinen eine besondere Vorrichtung für die Faserzugabe, wenn Entmischungserscheinungen (Igelbildung) vermieden werden sollen. Ein Stahlstiftzuschlag verhindert diese Nachteile.

Die Oberflächen von Werkstücken aus Stahlfaserbeton beispielsweise bedürfen oft zusätzlicher Veredelungsmass-

nahmen, da die herausstehenden Enden der Stahlfasern die Gebrauchsfähigkeit des Betons beeinträchtigen können. Auch das wirkt sich nachteilig auf die Kosten aus:

Am bekannten Beispiel der Asbestzementwaren und ihrer Verbreitung wird deutlich, dass Faserbetone sehr wohl erfolgreich ihr Anwendungsbereich finden können, wenn sie preiswerter als konventionelle Werkstoffe sind und neue technische Möglichkeiten bieten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Werkstoff zu schaffen, der die bekannten Faserbetone mit solchen zusätzlichen Eigenschaften ausstattet, dass sie erfolgreich Anwendungsbereiche finden können, d.h. kostengünstig konventionelle Werkstoffe ersetzen und mit fortschrittlichen technischen Möglichkeiten ausstatten.

Diese Aufgabe ist nach der Erfindung grundsätzlich dadurch gelöst, dass die Fasern unterschiedliche Längen und Querschnitte aufweisen. Zur Beeinflussung des Stapeldiagramms und seiner Eigenschaften können erfindungsgemäß ausserdem Faserkomponenten unterschiedlicher Materialien beigegeben werden, so dass dann der Faseranteil sowohl geometrisch als auch materialmäßig ungleichartig ist.

In diesem Zusammenhang wird unter einer Faser ein zugfestes längsausgedehntes Element mit mehr oder weniger weitgehender Parallelorientierung seiner Moleküle zur Faserachse verstanden. Die Querschnittsabmessungen der Fasern liegen zwischen  $10^{-3}$  und  $10^{-2}$  m.

Der erfindungsgemäße Werkstoff kann für jeden Anwendungsfäll besonder angepasst werden: jede Phase erzeugt spezielle Eigenschaften, die in Kombination mit den übrigen Phasen zur Entfaltung gebracht werden. Alle Eigenschaften des erfindungsgemäßen Werkstoffes sind somit optimal nutzbar und übertreffen als Weiterentwicklung die bekannten Faserbetone beträchtlich, weil durch zusätzlichen technischen Aufwand ein höherer Grad von Spezialisierung möglich wird — einschließlich der Vermeidung unerwünschter Eigenschaften.

Bei der Komposition einer Variante des erfindungsgemäßen Werkstoffes spielen sowohl die Grundeigenschaften seiner einzelnen Phasen eine Rolle als auch deren Wechselwirkungen mit den übrigen Phasen. Dieses Netz von gegenseitigen Beeinflussungen wird dadurch noch komplexer, dass verschiedene Zustände des erfindungsgemäßen Werkstoffes betrachtet und gewertet werden müssen. Die wichtigsten sind: Rohzustand der einzelnen Komponenten vor dem Mischen, Mischvorgang, Bewehrungsmontage, Formung des Werkstücks, Abbindevorgang und Erhärtingsprozess, visko-elastisches Verhalten, Widerstand gegen Umwelteinflüsse, Festigkeitseigenschaften und Grenzzustände.

Ausgehend von der Betonphase, bei der die Wahl der Zementsorte und die Art der Zuschlagstoffe (beispielsweise schwere oder leichte) sowie der Zusatzmittel (nur Verbesserung von Fließvermögen u.a.) eine Rolle spielt, ist besonders die Wechselwirkung mit allen übrigen Phasen, welche die Zugfestigkeit des Zementsteins beeinflussen, abzuwegen.

Schon die Neigung zum Entstehen von Mikrorissen kann durch eine hinreichend dicht gelagerte Faserbeimischung entscheidend beeinflusst werden. Das gilt in anderer Form auch für die Aufweitungsnegierung der Mikrorisse zu Haarrissen.

Ihre Entwicklung zu klaffenden Rissen wird beim normalen Stahlbeton durch eine richtige Bewehrung verhindert, ihre Existenz jedoch zugelassen.

Beim erfindungsgemäßen Werkstoff hat es sich gezeigt, dass durch systematischen Aufbau eines Stapeldiagramms der Faserbeimischung nach Anteil, Faserart, Faserabmessungen vermöge des gesammelten Erfahrungsschatzes Werkstoffeigenschaften erzielt werden, die einen beträchtlichen Fortschritt gegenüber den bekannten Faserbetonarten darstellen.

len und deren Mechanismen im Detail noch nicht wissenschaftlich geklärt sind. Beispielsweise bewirkt eine Textilfaserkomponente zusätzlich zur Stahlfaserkomponente u.a. deutlich Verbesserungen der Frühfestigkeit.

Es sei noch erwähnt, dass die verschiedenen Faserarten in bekannter Weise oberflächenbehandelt sein können: beispielsweise zur Hydrophobierung oder zur Betonverträglichkeit.

Die Beimischung des gesamten Faseranteils kann erfundungsgemäß sowohl gleichzeitig als auch in einzelnen Fraktionen nacheinander geschehen, damit die verschiedenen Faserhaufwerke (auch abhängig von der typischen Einzelfaserkonfiguration) ohne Igelbildung handhabbar und gleichmäßig verteilt bleiben.

Gemäß der Erfindung kann das Multiphasen-Material in den Beanspruchungsrichtungen auch zugfeste Einlagen, die beispielsweise aus Bewehrungstahl, Spannstahl, Seilen oder Glasfadensträngen erhalten. Da erfundungsgemäß die Faserphase mittels des Stapeldiagramms so optimiert worden ist, dass die Mikrorisshäufigkeit gering bleibt und die Entwicklung zu Haarrissen wirkungsvoll unterdrückt wird, können für die zugfesten Einlagen bei Belastung wesentlich grössere elastische Verformungen zugelassen werden als diese bei normalem Stahlbeton möglich sind. Das bedeutet, dass nunmehr auch solche zugfesten Einlagen benutzt werden können, die entweder wegen eines Elastizitätsmoduls kleiner als der von Stahl für Stahlbeton bisher ausschieden oder die wegen hoher Zugfestigkeit grosse elastische Verformungen im Gebrauchsreich aufweisen. Erfundungsgemäß kann daher beispielsweise eine schlaff eingelegte Spannstahlbewehrung voll ausgenutzt werden, ohne dass klaffende Risse im Gebrauchsreich auftreten. Bei einer erfundungsgemässen Vorspannung der zugfesten Einlagen kann beispielsweise mit geringeren Vorspanngraden gearbeitet werden. Analoge Betrachtungen gelten für den bei Seilen und Litzen auftretenden Seilreiß. In allen Fällen aber wirken erfundungsgemäß die zugfesten Einlagen als eine echte Werkstoffphase, deren Verhalten voll reversibel bleibt, und erlauben einen hohen Ausnutzungsgrad der Materialfestigkeiten.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden als Einlagen mindestens eine in mindestens einer Richtung zugfeste Membrane mit dem Werkstoff in Verbund gebracht. Die Membrane kann beispielsweise aus Metallblech bestehen. Zur Herstellung des Verbundes kann die Membrane an ihrer Innenseite mit einer Haftbrücke — beispielsweise aus Epoxidharz — beschichtet sein. Auch kann die Membrane in sich profiliert sein, wodurch sich ihre Verbundfläche vergrössert und bei einer Wellung beispielsweise die Zugaufnahmefähigkeit in einer Richtung vermindert.

Eine Membrane kann erfundungsgemäß auch mit Ankern versehen sein, beispielsweise mit angeschweißten Bolzen, um den Verbund sicher herzustellen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der schematischen Zeichnung beispielweise erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt einer erfundungsgemässen Platte mit Faseranteile eines Stapeldiagramms und unterschiedlicher Fasermaterialien sowie mit in sich profiliert der Membrane;

Fig. 2 den Gegenstand der Fig. 1, jedoch mit Ankern, die an einer ebenen Stahlblechmembrane angeschweißt sind;

Fig. 3 die Draufsicht auf die erfundungsgemässen Platte gemäß Fig. 1, mit zwei Bewehrungslagen in Beanspruchungsrichtungen und mit einer Haftbrücke auf ebener Membrane;

Fig. 4 einen Schnitt nach Linie VI-VI der Fig. 3;

Fig. 5 Schnitt V-V der Fig. 3 und

Fig. 6 ein mögliches Faserdiagramm zur Herstellung des erfundungsgemässen Multiphasen-Materials.

Die in Fig. 1 im Querschnitt dargestellte Platte besteht aus einem Vierphasen-Material. Eine erste Phase 1 besteht aus einem zeichnerisch nicht besonders kenntlich gemachtem Beton aus Zementstein mit Zuschlagstoffen, eine zweite Phase 2 aus Stahlfaserbeimischung mit unterschiedlichen Längen und Querschnitten, eng aneinander angeordnet mit zufälliger Verteilung und Orientierung, eine dritte Phase 3 aus ebenso angeordneten Synthetik-Textilfasern und eine vierte Phase 4 aus einer in sich profilierten zugfesten Membrane aus Stahlblech.

In Fig. 2 wird eine Platte analog zu Fig. 1 dargestellt, die eine ebene Membrane 5 enthält, an der Ankehr zur Herstellung eines Verbundes angeschweisst sind.

Die Draufsicht auf eine Platte gemäß Fig. 3 zeigt zwei Bewehrungslagen 7 und 8 in Beanspruchungsrichtungen.

Die beiden Querschnitte in Fig. 4 und in Fig. 5 der Fig. 3 gemäß VI-VI und V-V zeigen die Höhenlagen der beiden Bewehrungslagen 7 und 8 sowie die Haftbrücke 9 zur Herstellung des Verbundes mit der ebenen, zugfesten Membrane 10.

Die Anwendungsbereiche des erfundungsgemässen Multiphasen-Materials sind praktisch unbegrenzt. Es eignet sich ganz besonders für dynamisch beanspruchte Bauteile unterschiedlicher Formgebung, jedoch auch für solche Elemente, die vielfältigen Beanspruchungsarten ausgesetzt sind, deren Quantifizierbarkeit im Voraus nur schwer möglich ist. Genannt seien Beanspruchungen bodenmechanischer Art, insbesondere Erdbeben, ferner Maschinenschwingungen sowie Geschoss- und Stosseinwirkungen aller Art.

Besonders hervorzuheben seien die Einsatzmöglichkeiten des erfundungsgemässen Materials für Schiffsschalen und Behälter aller Art. Bei komplexen Beanspruchungsarten bietet das erfundungsgemäss Multiphasen-Material einen in seinem Verhalten für den speziellen Anwendungsfall sehr genau programmierbaren Werkstoff, da die Variationen der einzelnen Phasen eine sehr grosse Anzahl von zulässigen Kombinationen bei der Werkstoffkomposition gestatten und sich so überraschende Eigenschaftspektren wirtschaftlich verwirklichen lassen.

Die aus Fasern bestehende Phase kann mit Hilfe eines erweiterten Faserdiagramms (auch Stapeldiagramm genannt) genau beschrieben werden. Weil für das Multiphasen-Material unerheblich, werden die Parameter Querschnittsform und Raumkurvenform der Fasern nicht berücksichtigt.

Zur Erstellung eines Faserdiagramms wird ein Gewichtsteil der Fasermischung den Längen nach sortiert und gemäß Fig. 6 ausgelegt. Dabei kann eine Längenklassen-Einteilung geschehen und innerhalb der Klassen nach Faserquerschnittsabmessungen feinsortiert werden. Die jeweiligen Querschnittsabmessungen in mm<sup>2</sup> können bei Bedarf ebenfalls in einem Koordinatensystem dargestellt werden.

55 Eine Angabe der zugehörigen Materialsorten vervollständigt das Faserdiagramm.

Bei der praktischen Herstellung von erfundungsgemässen Multiphasen-Werkstoffen dient das Faserdiagramm dazu, die optimale Fasermischung aus den verschiedenen Mischungskomponenten, die je durch ihren Anlieferungszustand charakterisiert sind, zu erhalten. Nach empirischen Regeln können so auch bei wechselnden Anlieferungszuständen durch planmässige Korrekturen mittels Variation der Beimischungen «gleichwertige» Faserdiagramme erzeugt werden, die eine gleichbleibende Werkstoffqualität sicherstellen.

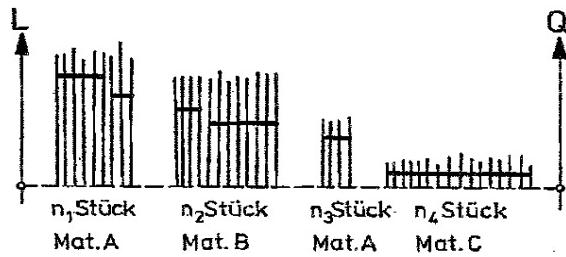
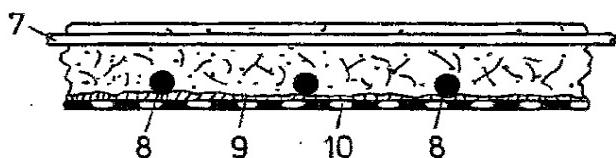
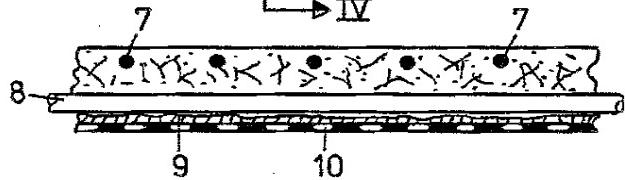
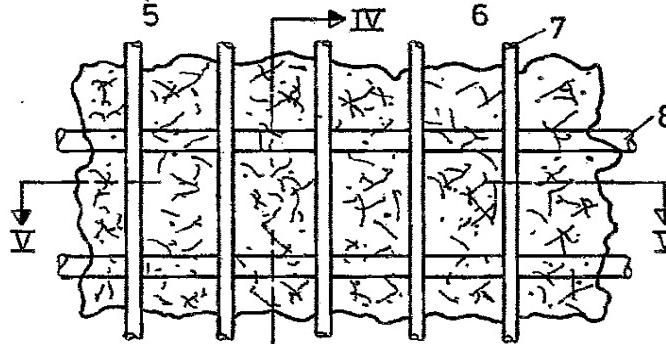
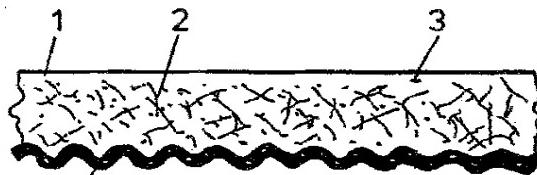


Fig. 6